

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年11月22日 (22.11.2001)

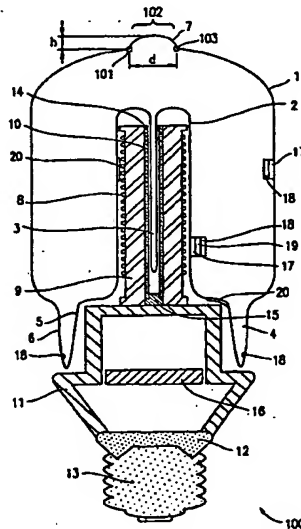
PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/88952 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01J 65/04 (US). マヤ ジェイコブ (MAYA, Jakob); 02146 マサチューセッツ州 ブルックライン マーシャルストリート 25 Massachusetts (US). シャピロ エドワード (SHAPIRO, Edward); 02173 マサチューセッツ州 レキシントン マーシャルストリート 11 Massachusetts (US).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/03969
- (22) 国際出願日: 2001年5月11日 (11.05.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 09/569,566 2000年5月12日 (12.05.2000) US (81) 指定国 (国内): CA, CN, ID, KR.
- (71) 出願人: 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP). (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (72) 発明者: チャンドラー ロバート (CHANDLER, Robert); 02173 マサチューセッツ州 レキシントン タフト アヴェニュー 53 Massachusetts (US). ポポフ オレグ (POPOV, Oleg); 02494 マサチューセッツ州 ニードハム ローズマリー ストリート 259 Massachusetts
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ELECTRODELESS DISCHARGE LAMP

(54) 発明の名称: 無電極放電ランプ



(57) Abstract: An electrodeless discharge lamp with high lamp efficiency. The electrodeless discharge lamp (100) comprises an envelope (1) having a discharge gas filled therein, a coil (8) producing an electromagnetic field in the envelope (1), and a raised portion formed in the envelope (1) and projecting outward of the envelope (1). The tube wall load of the electrodeless discharge lamp (100) is not less than 0.05 W/cm². The envelop (1) has a recess cavity (2) and the coil (8) may be disposed in the recess cavity (2).

[続葉有]

WO 01/00000 A1



(57) 要約:

ランプ効率の高い無電極放電ランプが提供される。無電極放電ランプ100は、内部に放電ガスを充填したエンベロープ1と、エンベロープ1内に電磁界を生成するコイル8と、エンベロープ1に形成され、エンベロープ1の外部に向けて突き出した隆起部とを備えている。無電極放電ランプ100の管壁負荷は、 0.05 W/cm^2 以上である。エンベロープ1は、凹部キャビティ2を有し、コイル8は、凹部キャビティ2の内部に配置されていてもよい。

明 細 書

無電極放電ランプ

5 技術分野

本発明は、電気ランプに関し、より詳細には、50kHz～1MHzの周波数ならびに低圧または中間圧で動作する無電極蛍光ランプに関する。

背景技術

10 数十kHz～数十MHzの範囲の周波数で動作する無電極蛍光ランプは、内部電極および加熱フィラメントを有する従来の蛍光ランプよりも寿命が長い。先頃、General Electric Corp. によって、主に屋内用途のための無電極小型蛍光ランプが市場に出された（「Genura」）。このランプは、23Wの総電力で1100ルーメンの光出力を有し、且つ、15,000時間の
15 長い寿命を有する。低い周囲温度および高い周囲温度で高いランプ光出力を提供するために、ランプは、約70℃～約120℃の、アマルガムの広い温度範囲内で、約6mTorr（約798mPa）近傍の最適な水銀蒸気圧を維持する、ビスマスーインジウムアマルガムを利用する。

このランプの欠点は、ランプの立ち上がり時間、つまり、ランプの最大光出力の50%に達するのに必要な時間が比較的長い点にある。Genuraランプの
20 立ち上がり時間は、80秒よりも長い。立ち上がり時間が長くなるのは、アマルガムを約70℃の必要温度に加熱するのに必要な時間が比較的長い（約1分）ためである。

実際、6mTorrで得られる最大の光出力の70～80%に相当する高い光
25 出力を生成するのに十分な、3～4mTorr（399～532mPa）の高い水銀蒸気圧を提供するために、アマルガムは70℃の温度である必要がある。急

速なアマルガムの加熱を達成するために、従来の技術は、ランプエンベロープの異なる部分にアマルガムを配置した（Borowiecらの米国特許第5, 412, 288号、Thomasらの米国特許第5, 412, 289号、Borowiecらの米国特許第5, 434, 482号、およびForsdykeらの米国特許第5, 789, 855号）。いくつかのケースでは、補助アマルガムが、フラグ内（例えば、Mayaらの米国特許第5, 698, 951号、Cocomaらの米国特許第5, 783, 912号、Borowiecらの米国特許第5, 841, 229号）、または放電プラズマによって直接加熱される凹部キャビティ壁の真空側（Wharmbyらの米国特許第5, 767, 617号、Forsdykeらの米国特許第5, 789, 855号）に配置された。しかし、2つ以上のアマルガムを使用しても、立ち上がり時間は80秒未満に短縮されなかった。

1999年11月8日出願の米国特許出願番号第09/435, 968号（本願が優先権の基礎とする出願と同一譲受人）に、本発明者らは、100kHzの比較的低いRF周波数で動作する無電極小型蛍光ランプを記載した。フェライト磁心および抵抗の低いリッツワイヤの使用により、低いコイル／磁心電力損失が提供され、この低いコイル／磁心電力損失の結果、アマルガムを細管内に配置した場合、ランプに対する高い電力効率（ $\eta = P_{pl} / P_{lamp} = 0.8$ ）と、高い最大ランプ効率とが得られた。

このランプの立ち上がり時間はやや長く（ $\approx 1 \text{ min}$ ）、Genuraランプの立ち上がり時間に相当するものであった。立ち上がり時間を短縮するために、本発明者らは、アマルガムの代わりに純粋な水銀滴を用いた。

しかし、上で述べた、本発明者らによる特許出願に記載された形状を有し、アマルガムを用いずに「純粋な」水銀滴で動作するランプにおいて、ランプの表面上で、安定動作中に70℃未満の温度を有し得た点はなかった。その結果、安定動作中の水銀滴圧力は6mTorrより高く、安定した光出力は、最大光出力の75～80%程度と低くなった。

本発明の目的は、約100kHzの周波数および約23Wの誘導結合電力で動作し、標準的な白熱電球よりも大きくないサイズであって、約1600～1650ルーメンの最大出力で可視光を生成する、無電極小型蛍光ランプを設計することである。

- 5 本発明の別の目的は、ランプのベースを上にした点灯およびベースを下にした点灯において水銀蒸気圧を制御し、1650ルーメンの最大光出力の約90%に相当する安定した光出力をもたらす最冷点を提供することである。

本発明のさらなる目的は、フェライト磁心の温度をそのキュリー点未満に維持する冷却構造体を提供することである。

- 10 本発明のさらに別の目的は、冷却構造体内部のドライバおよび整合回路のためのエンクロージャを提供することである。

本発明のさらなる目的は、ドライバおよび整合回路が配置されたセラミックエンクロージャの内部の温度を低く ($T < 100^{\circ}\text{C}$) 維持する冷却構造体を提供することである。

- 15 本発明の別の目的は、白熱電球と同程度の寸法を有しつつ、白熱電球よりもはるかに高い効率と5～10倍の長さの寿命とを有する、100Wの白熱電球を直接置き換えることのできる小型蛍光ランプを提供することである。

発明の開示

- 20 本発明の無電極放電ランプは、内部に放電ガスを充填したエンベロープと、前記エンベロープ内に電磁界を生成するコイルと、前記エンベロープに形成され、前記エンベロープの外部に向けて突き出した隆起部とを備え、管壁負荷が0.05W/cm²以上であり、これにより、上記目的が達成される。

- 25 前記エンベロープは、凹部キャビティを有し、前記コイルは、前記凹部キャビティの内部に配置されていてもよい。

前記無電極放電ランプは、フェライト磁心をさらに備え、前記コイルは、前記

フェライト磁心に巻きつけられていてもよい。

前記隆起部における前記エンベロープの最大の厚さと最小の厚さとは、ともに 0.1 mm 以上 2 mm 以下であってもよい。

前記隆起部の高さは、7 mm 未満であってもよい。

- 5 本発明の他の無電極放電ランプは、内部に放電ガスを充填したエンベロープと、前記エンベロープ内に電磁界を生成するコイルと、前記エンベロープに形成され、前記エンベロープの外部に向けて突き出した隆起部とを備え、前記コイルの誘導結合電力周波数は、50 kHz 以上 1 MHz 以下であり、これにより、上記目的が達成される。

- 10 前記無電極放電ランプの管壁負荷が 0.05 W/cm² 以上であってもよい。

前記エンベロープは、凹部キャビティを有し、前記コイルは、前記凹部キャビティの内部に配置されていてもよい。

前記無電極放電ランプは、フェライト磁心をさらに備え、前記コイルは、前記フェライト磁心に巻きつけられていてもよい。

- 15 前記隆起部における前記エンベロープの最大の厚さと最小の厚さとは、ともに 0.1 mm 以上 2 mm 以下であってもよい。

前記隆起部の高さは、7 mm 未満であってもよい。

- 20 本発明の他の無電極放電ランプは、内部に放電ガスを充填したエンベロープと、前記エンベロープ内に電磁界を生成するコイルとを備え、前記エンベロープは側壁と頂上部とを有し、前記側壁と前記頂上部とによって形成されるコーナーの曲率半径が 10 mm 以下であり、これにより、上記目的が達成される。

- 25 本発明は、水銀蒸気を含んだ不活性ガスの充填物を含有するガラスエンベロープを含む無電極蛍光ランプを包含する。エンベロープの頂上部は、ランプが「ベースを上にして」点灯する場合に水銀蒸気についての最冷点として機能する、小さな薄いガラスドームを有する。数 mm の間隙を有するガラス「スカート」が、エンベロープの底部のエッジにシールされる。このガラス「スカート」が、「ベ

ースを下にして」点灯する場合に、最冷点を提供するとみられる。フェライト磁心とリッツワイヤから形成されたコイルとが、凹部キャビティ内に配置される。冷却構造体は、磁心の内部に配置された金属（アルミニウム、銅）チューブと、高い熱伝導率を有する材料で金属チューブおよびエジソンソケットに接着されたセラミックエンクロージャとを含む。パワードライバおよび整合回路が、セラミックエンクロージャの内部に配置され、エジソンソケットを介して主電源から電力供給を受ける。

図面の簡単な説明

10 図 1 は、ベースを上にした位置およびベースを下にした位置で動作する無電極小型蛍光ランプを示す、本発明の第 1 の実施形態の断面図である。

図 2 は、より簡単な製造プロセスのためにスカートを除去した本発明の実施の形態 1 のバリエーションである無電極蛍光ランプを示す図である。

15 図 3 A～図 3 C は、水銀蒸気圧を制御する最冷点が形成された球状エンベロープ上の薄いガラスドームの改変例を示す図である。

図 4 A～図 4 D は、ガラスエンベロープの頂上部、底部、または側部に配置し得る環状リッジスカートを示す図である。

20 図 5 A～図 5 C は、本発明の実施の形態 2 の無電極蛍光ランプに使用することが可能なエンベロープの頂上部および側壁によって形成される最冷点コーナーの改変例の模式図である。

発明を実施するための最良の形態

（実施の形態 1）

25 図 1 は、本発明の実施の形態 1 の無電極蛍光ランプ 100 を示す。図 1 を参照すると、ガラス球状エンベロープ 1 が、凹部キャビティ 2 と、キャビティ 2 の内部のその軸上に配置された排気細管 3 とを有する。エンベロープ 1 の内部には、

放電ガスとして、不活性充填ガス（例えば、アルゴン、クリプトン等）と水銀蒸気との混合ガスが封入されている。不活性充填ガスは、 $50\text{ Torr} \sim 5\text{ Torr}$ ($6650\text{ Pa} \sim 665\text{ Pa}$) の圧力である。無電極蛍光ランプ100において、エンベロープの直径および高さは、それぞれ50mmおよび65mmである。凹部キャビティ2は、エンベロープ1の外部から内部に向けて凹入している。

エンベロープ1内の水銀圧は、エンベロープ表面上の最冷点の温度によって維持される。この最冷点には、数時間の動作の後、水銀滴が凝縮される。ベースを下にした位置で動作するランプにおいて、最冷点は、スカート4（第1の隆起部）の内壁5および外壁6によって形成される間隙内に存在する。数時間のランプ動作の後、水銀蒸気が、間隙の底に凝縮され、これが、エンベロープの最冷点になり、水銀蒸気圧を制御する。好適な実施形態において、スカートの長さは25mmであり、その内径および外径は、それぞれ40mmおよび45mmである。

ベースを上にした位置において、ランプ内の最も温度の低い場所は、薄いガラスドーム7の内表面上に存在する。好適な実施形態において、ドーム（第2の隆起部）7は、図1に示すように、球状の頂上部の上に設けられる。ドーム7の高さhは5mmであり、ドーム7の底部の直径dは約9mmであり、ガラスの厚さは約0.3mmである。

本発明者らは、ドーム7の底部における直径が約8mmよりも小さい場合には光出力向上の効果は小さくなることを見出した。これは、ドーム7の底部における直径が小さいと、エンベロープ1内の放電ガスがドーム7の内部に対流によって進入することが著しく難しくなり、その結果、水銀蒸気圧を制御する機能が低下するためである。本発明者らは、逆に、ドーム7の底部での直径が著しく大きい場合にも、やはり光出力向上の効果は小さくなることも発見した。これは、対流による放電ガスの侵入が過大になり、それによる熱の流入が大きくなることによって、最冷点の温度が上昇するからである。ドーム7の底部の直径が15mm

よりも大きくなると、光出力向上の効果は小さくなる。

なお、本明細書において、隆起部とは、エンベロープ1の少なくとも1つの断面に沿って、エンベロープ1の曲率が負～正～負と変化する箇所であって、かつ、その箇所において、エンベロープ1が、無電極蛍光ランプの外部と接している箇所をいう。ここで、エンベロープ1の曲率は、エンベロープ1の外側に向けて凸である場合に正であるとし、エンベロープ1の内側に向けて凸である場合に負であるとする。例えば、図1に示されるドーム7の箇所では、エンベロープ1の曲率が負（部分101）～正（部分102）～負（部分103）と変化している。エンベロープ1の曲率がこのように変化することは、隆起部が、エンベロープ1の外部に向けて突き出していることを意味する。隆起部において、エンベロープ1が、無電極蛍光ランプの外部（周囲雰囲気）と接するので、隆起部が設けられない場合と比較して、エンベロープ1と周囲雰囲気との接触面積が増加する。これにより、隆起部の温度が低下し、最冷点の温度は、必要とされる安定した光出力を提供できる十分な低さになる。

複数のストランドワイヤ（リッツワイヤ）から形成されたコイル8が、フェライト磁心9の周囲に巻きつけられる。好適な実施形態において、ワイヤは、それぞれが#40ゲージである、66本の絶縁コーティングが施されたストランドを有する。コイルは、2つの層を有し、合計巻数が65である。中空のI形状のフェライト磁心9は、MnZn材料から形成され（Chamberlainらにより1999年5月3日出願された米国特許出願番号第09/303,951号、およびChandlerらにより1999年11月9日出願された米国特許出願番号第09/435,960号（共に本願が優先権の基礎とする出願と同一譲受人の所有）参照）、凹部キャビティ2内に配置される。好適な実施形態において、フェライト磁心は、15mmの直径および55mmの長さを有する。

コイル8が、フェライト磁心9の周囲に巻きつけられているので、コイル8のみのインダクタンスよりも、コイル/フェライト磁心のインダクタンスが大きく

なる。これにより、無電極蛍光ランプ100の発光効率が高くなる。

コイル8およびフェライト磁心9は、金属チューブ10およびセラミックエンクロージャ11を含む冷却構造体の働きにより、キュリー点未満の温度（＜220℃）に維持される。チューブ10は、高い熱伝導率および低い誘導電力損失を有する金属（銅）で形成される。セラミックエンクロージャ11は、高い熱伝導率を有する材料で一体的に接着された数個のアルミナ製の部品から形成される。セラミックエンクロージャ11はまた、単一の部品から形成されてもよい。セラミックエンクロージャ11は、エジソンソケット13に溶接された銅プレート12に接着される。好適な実施形態において、セラミックエンクロージャの壁の厚さは4mmである。

2つのセラミックスペーサ14および15が、フェライト磁心9内部に挿入されて、チューブ10が磁心の外側に延びるのを防ぎ、それにより、銅チューブ10内の電力損失を低減する。好適な実施形態において、セラミックスペーサ14および15の長さは5mmである。整合回路およびドライバ（図示せず）が、PCボード16上のセラミックエンクロージャ11内に配置される。PCボード16の位置は、ドライバの部品の温度が100℃を超えないように選択される。主電源は、エジソンソケット13を介してドライバに接続される。

プラズマと、フェライト磁心9内に吸収された誘導電力（≒3～4W）とによって発生した熱は、銅チューブ10およびセラミックエンクロージャ11を介してエジソンソケット13に送られ、その後、ランプホルダ（図示せず）に送られる。熱の一部は、セラミックエンクロージャ11およびガラススカート4の外表面6を介して、対流により散逸される。その結果、周囲温度が25℃で誘導結合電力が23Wである場合、PCボード16が配置されたセラミックエンクロージャ11内部の温度は、100℃を超えない。

スカート4の内表面を含むエンベロープ1の内表面は、保護コーティング17および蛍光膜コーティング18で覆われる。反射コーティング19（アルミナ

等) が、キャビティ 9 の内表面上に施される。内部キャビティ壁 2 を通過する可視光の量を低減するために、コイル 8 に隣接するキャビティ 2 の外壁が、反射コーティング 20 (アルミナ等) で覆われる。

5 無電極蛍光ランプ 100 は、ベースを上にした位置、ベースを下にした位置、および水平位置で利用できる。

図 2 は、本発明の実施の形態 1 のバリエーションである無電極蛍光ランプ 200 を示す。図 2 において、図 1 に示される構成要素と同一の構成要素には同一の参照番号を付し、その説明を省略する。無電極蛍光ランプ 200 は、無電極蛍光ランプ 100 と同様のエンベロープ 1、キャビティ 2、コイル 8、およびフェライト磁心 9 を有するが、ガラススカート 4 を有さない。無電極小型蛍光ランプ 200 は、最冷点が薄いガラスドーム 7 の内表面上に存在する場合にランプのベースを上にした点灯に使用し得る。

15 最冷点として機能する薄いガラスの隆起部のさまざまな改変例を図 3 A ~ 図 3 C に模式的に示す。図 3 A ~ 図 3 C は、無電極蛍光ランプ 100 (図 1) および無電極蛍光ランプ 200 (図 2) のエンベロープ 1 に替えて使用することが可能なエンベロープ 22 の形状の一部を示す。

20 図 3 A に示すガラス隆起部は、くさび形状 21 を有し、エンベロープ 22 の頂上部に設けられる。最冷点として機能する他のタイプのガラス隆起部を、図 3 B および図 3 C に示す。一方の隆起部は柱 23 の形状を有し、他方は球体 24 の形状を有する。深い環状の陥没部 25 が、隆起部を、エンベロープの熱い壁から分離し、隆起部の周囲雰囲気との接触を向上することにより、隆起部の温度を低下させる。

25 図 4 A ~ 図 4 D は、無電極蛍光ランプ 100 (図 1) および無電極蛍光ランプ 200 (図 2) のエンベロープ 1 に替えて使用することが可能なエンベロープ 34 の形状を示す。図 4 A ~ 図 4 D に示すように、最冷点隆起部は、最冷点が形成される環状ギャップ 33 を有する環状リッジ 32 の形状を有する。図 4 A および

図4Bにおいて、環状リッジ（隆起部）は、エンベロープ34の頂上部に設けられる。ギャップ33を有するリッジ（隆起部）32は、エンベロープの底部および側壁にも同様に設けられ得る（図4Cおよび図4D）。

ランプは次のように動作する。通常の不活性ガス圧力（アルゴン）は約1 Torr（約133Pa）であり、誘導結合電力周波数（コイル8に加えられる交流電流の周波数）は約100kHzである。主電源（60Hz）からのAC電力は、エジソンソケット13を介して、セラミックエンクロージャ11内のPCボード16上に配置されたドライバおよび整合回路（図示せず）に給送される。周波数100kHzでの誘導電圧が、整合回路からコイル8に印加される。コイル電流 I_c が誘導磁場を生成し、生成した誘導磁場が、RF方位角方向電場 E_z をエンベロープ内に生成する。このように、コイル8はエンベロープ内に電磁界を生成する。コイル8に印加される電圧 V_c が200～300Vに達する場合、電圧 V_c は、エンベロープ内に、キャビティ壁2に沿って、容量放電を生成する。

ランプ内で誘導された誘導（方位角方向）電圧 V_{p1} が、エンベロープ内の誘導結合放電を維持するのに十分な値に達した場合、コイル電圧（ V_c ）およびコイル電流（ I_c ）が減少する。これにしたがって、反射波電力 P_{ref} が減少し、プラズマ輝度が急峻に上昇する。容量放電から誘導放電への遷移は、ランプ始動（イグニション）と呼ばれる。ランプに吸収される電力 P_{lamp} の増大の結果、光出力が増大し、コイル維持電流 I_m およびコイル維持電圧 V_m が減少する。

ランプの光出力は、電力 P_{lamp} だけでなく、最冷点7（ベースを上にした点灯）または4（ベースを下にした点灯）の温度と共に上昇する水銀蒸気圧にも依存する。最冷点の温度が約44～55℃の場合に、最大光出力、すなわち、最も高いランプ効率に達する。最冷点温度のさらなる上昇の結果、水銀蒸気圧が上昇し、ランプの明るさが減少する。従って、表面上の温度が十分に低い場合には、隆起部があっても、その効果はあまり大きくない。ランプの表面上の温度は、ランプの管壁負荷に依存する。本発明者らは、ランプの管壁負荷が0.05W/cm

m²以上である場合に、隆起部の効果があることを見出した。ランプの管壁負荷が0.07W/cm²以上である場合には、隆起部の効果が非常に大きくなる。

なお、管壁負荷とは、コイル8に入力される有効電力をエンベロープ1の内壁表面積で割った値と定義される。コイル8に入力される有効電力は、例えば、整合回路の入力側にパワーメータを接続することによって測定される。

好適な実施形態（図1）およびベースを上にした点灯において、ベースを上にした位置で、且つ周波数100kHzおよび電力23W（1630ルーメン、7.1LPW）で動作するランプの最大光出力は、薄いガラスのドーム7の外側の温度が46～48℃の場合に達成される。ランプは、2時間に亘る23Wでの連続点灯の後に、安定した光出力に達する。23Wでの安定した光出力は1515ルーメン（66LPW）であり、最冷点7の温度は57～59℃であった。したがって、本発明に記載したランプの安定した光出力は、1630ルーメンの最大ランプ光出力の93%に該当する。特別に設計されたガラス付加物（隆起部）を有さない無電極小型蛍光ランプは、安定した光出力が低く、最大光出力の80～85%にすぎないことが分かった。このランプの管壁負荷は、0.1W/cm²であった。

本発明にしたがって製造されたランプの立ち上がり測定により、ランプが始動した後2～3秒以内に最大光出力の50%に達したことを示した。この立ち上がり時間は、従来の有電極小型蛍光ランプの立ち上がり時間よりも短い。

本発明者らは、ガラスドーム7の高さhが高いほど、その温度が低くなり、ランプ光出力が高くなることを発見した。しかし、本発明者らは、ガラスドーム7は、図3A～図3Cおよび図4A～図4Dに示した他の隆起部と同様、美的理由およびの強度に関わる理由のためにあまり大きくすることができず、ガラスドーム7の高さhは、7mm未満であることが好ましいことを見出した。図3A～Cおよび図4A～Dに示した他の隆起部も同様に7mm未満であることが好ましい。また、本発明者らは、隆起部上の最冷点の温度が40℃未満になってはならない

ことを発見した。

隆起部におけるエンベロープ1の厚さが小さくなりすぎると隆起部の強度が低下し、隆起部におけるエンベロープ1の厚さが大きくなりすぎると最冷点の温度を十分に低くすることができない。隆起部におけるエンベロープ1の最大の厚さと最小の厚さとは、ともに0.1mm以上2mm以下であることが好ましい。

本発明の適用可能な無電極蛍光ランプの誘導結合電力周波数は、100kHzに限定されない。しかし、誘導結合電力周波数が低くなりすぎると、無電極蛍光ランプが始動しにくくなり、誘導結合電力周波数が高くなりすぎると、ドライバのコストが高くなり、電磁障害(EMI)を防止するためのコストも高くなる。このような点を考慮すると、無電極蛍光ランプの誘導結合電力周波数は、50kHz以上1MHz以下であることが好ましい。

フェライト磁心9は省略され得る。しかし、50kHz以上1MHz以下というような、比較的低い誘導結合電力周波数で無電極蛍光ランプが駆動される場合には、フェライト磁心9が使用されることが好ましい。低い誘導結合電力周波数で無電極蛍光ランプが駆動される場合には、より高い誘導結合電力周波数で無電極蛍光ランプが駆動される場合に比較して、ランプ内に誘導される誘導電圧 V_p は小さくなり、フェライト磁心9を使用することによりこれが補われるからである。フェライト磁心9が使用される場合には、無電極蛍光ランプの駆動時には、コイル8のジュール発熱に加えてフェライト磁心9での損失(鉄損)による発熱が大きくなる。このため、駆動中のフェライト磁心9は、金属チューブ10およびセラミックエンクロージャ11を含む冷却構造体によって冷却されるものの、その温度は200℃前後まで上昇し得る。ベースを上にした位置での点灯の場合、プラズマから離れたランプの頂部が最冷点となる。図1から理解されるように、ランプの頂部と、フェライト磁心9の頂部(セラミックスペーサ14付近)とは近接している。このため、ランプの頂部はフェライト磁心9からの熱伝達の影響を受け、温度が上昇する。従って、フェライト磁心9が使用される場合には、特

に、最冷点を提供する隆起部をエンベロープ1に設けることが好ましい。

(実施の形態2)

図5A～図5Cは、本発明の実施の形態2の無電極蛍光ランプに使用することが可能なエンベロープ44の形状を示す。エンベロープ44は、本発明の実施の形態1の無電極蛍光ランプ100（図1）のエンベロープ1に替えて用いられ得る。本発明の実施の形態2の無電極蛍光ランプは、エンベロープ44以外は無電極蛍光ランプ100と同様の構成を有する。従って、その全体図は示していない。図5A～図5Cにおいて、凹部キャビティ2の内部の排気細管は図示していない。

図5A～図5Cにおいて、最冷点43は、エンベロープの頂上部46および側壁45によって形成されたコーナー42内に存在する。図5Aに示されるように、コーナー42の曲率半径 r が、10mm以下である場合に、最冷点43の温度を下げる効果が得られることが見出された。また、曲率半径 r が8mm以下である場合には、最冷点43の温度を下げる効果がより大きくなり、より好ましい。なお、誘導結合電力をより大きくする場合には、所望の効果を得るためには曲率半径をより小さくすることが好ましい。

このように、本発明の実施の形態2の無電極蛍光ランプは、実施の形態1の無電極蛍光ランプ（図1に示される無電極蛍光ランプ100および図2に示される無電極蛍光ランプ200）の隆起部に替えて、曲率半径が10mm以下のコーナー部を有する。

エンベロープの頂上部およびエンベロープの側壁によって形成されたコーナーは、90°よりもかなり小さな角度の「マッシュルーム」形状を有し得る（図5B）。曲率半径 r が10mm以下であるコーナーはエンベロープの全周にわたって形成されていなくてもよい。エンベロープはまた、図5Cに示すように、方位角上の対称性がない不規則な形状を有し得る。エンベロープの頂上部およびその側壁によって形成されたコーナー42も、方位角上の対称性を有さない。

本発明の実施の形態２の無電極蛍光ランプは、実施の形態１の無電極蛍光ランプと同様に動作する。

5 本発明の原理の適用は、無電極蛍光ランプに限定されない。例えば、本発明は、エンベロープ１（図１および図２）の内壁に蛍光膜コーティング１８が塗布されおらず、放電による光が直接エンベロープ１の外部に放出されるような無電極放電ランプにも、上述した動作原理と同様の原理に基づいて適用し得る。

10 本発明の適用は、アマルガムを用いない無電極放電ランプに限定されない。アマルガムを用いた無電極放電ランプであっても、アマルガム中の水銀の比率が高い場合には、隆起部またはコーナー部によって最冷点の温度が下げられることの効果が大きくなる。無電極放電ランプのエンベロープに封入される放電ガスが水銀の蒸気を含む限り、本発明の原理が適用され得る。さらに、水銀に替えて、あるいは水銀に加えて、任意の気化可能金属を用いてもよい。

本発明の趣旨および範囲内で変更および改変が可能であるが、本発明は添付の請求の範囲によってのみ限定されることが意図される。

15

産業上の利用可能性

本発明の無電極放電ランプは、エンベロープに形成され、エンベロープの外部に向けて突き出した隆起部を有する。これにより、隆起部の温度が低下するので、ランプ効率が高くなる。

請求の範囲

1. 内部に放電ガスを充填したエンベロープと、
前記エンベロープ内に電磁界を生成するコイルと、
5 前記エンベロープに形成され、前記エンベロープの外部に向けて突き出した隆起部と
を備え、
管壁負荷が 0.05 W/cm^2 以上である、無電極放電ランプ。
- 10 2. 前記エンベロープは、凹部キャビティを有し、前記コイルは、前記凹部キャビティの内部に配置されている、請求の範囲第1項に記載の無電極放電ランプ。
3. フェライト磁心をさらに備え、前記コイルは、前記フェライト磁心に巻きつけられている、請求の範囲第1項に記載の無電極放電ランプ。
- 15 4. 前記隆起部における前記エンベロープの最大の厚さと最小の厚さとは、ともに 0.1 mm 以上 2 mm 以下である、請求の範囲第1項に記載の無電極放電ランプ。
- 20 5. 前記隆起部の高さは、 7 mm 未満である、請求の範囲第1項に記載の無電極放電ランプ。
6. 内部に放電ガスを充填したエンベロープと、
前記エンベロープ内に電磁界を生成するコイルと、
25 前記エンベロープに形成され、前記エンベロープの外部に向けて突き出した隆起部と

を備え、

前記コイルの誘導結合電力周波数は、50 kHz 以上 1 MHz 以下である、無電極放電ランプ。

5 7. 管壁負荷が 0.05 W/cm^2 以上である、請求の範囲第 6 項に記載の無電極放電ランプ。

8. 前記エンベロープは、凹部キャビティを有し、前記コイルは、前記凹部キャビティの内部に配置されている、請求の範囲第 6 項に記載の無電極放電ランプ。

10

9. フェライト磁心をさらに備え、前記コイルは、前記フェライト磁心に巻きつけられている、請求の範囲第 6 項に記載の無電極放電ランプ。

15

10. 前記隆起部における前記エンベロープの最大の厚さと最小の厚さとは、ともに 0.1 mm 以上 2 mm 以下である、請求の範囲第 6 項に記載の無電極放電ランプ。

11. 前記隆起部の高さは、7 mm 未満である、請求の範囲第 6 項に記載の無電極放電ランプ。

20

12. 内部に放電ガスを充填したエンベロープと、
前記エンベロープ内に電磁界を生成するコイルと
を備え、

前記エンベロープは側壁と頂上部とを有し、前記側壁と前記頂上部とによって
25 形成されるコーナーの曲率半径が 10 mm 以下である、無電極放電ランプ。

図 1

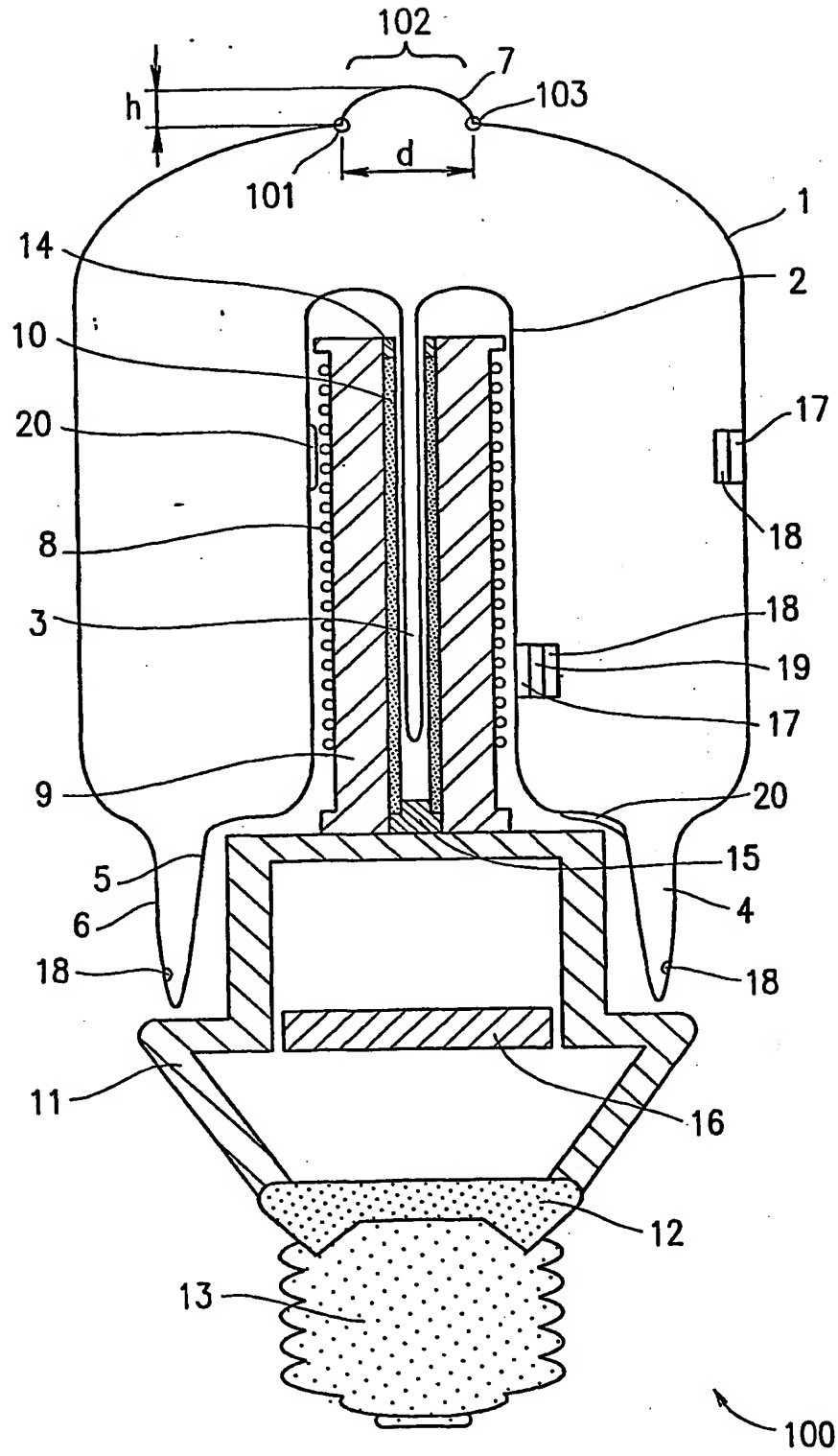
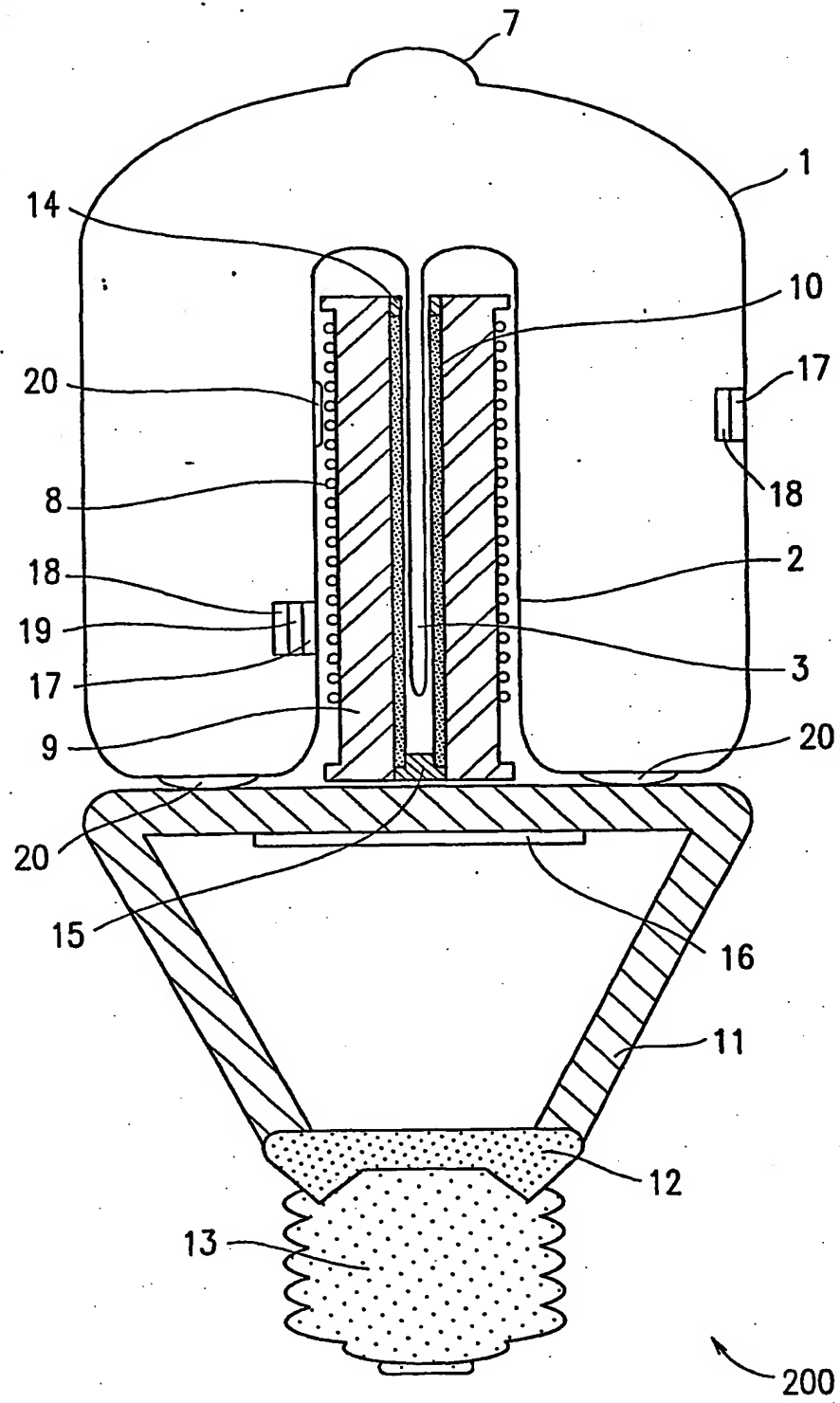
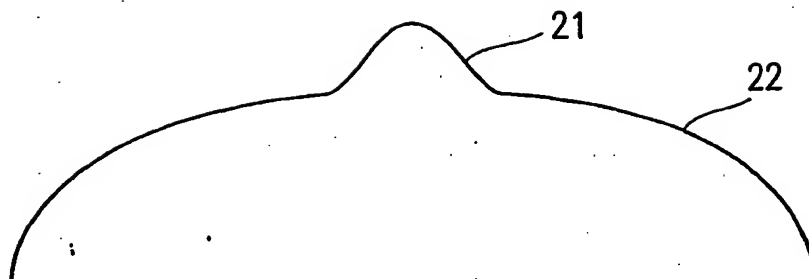


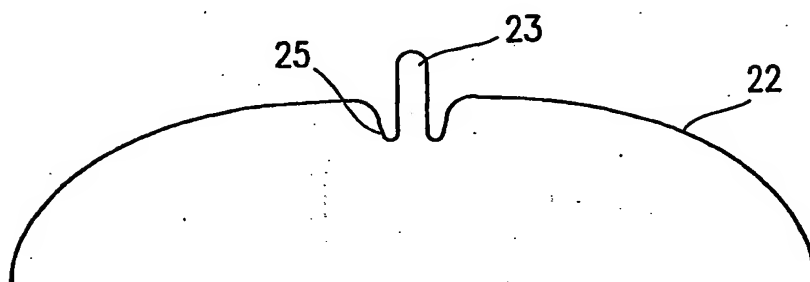
図 2



3A



3B



3C

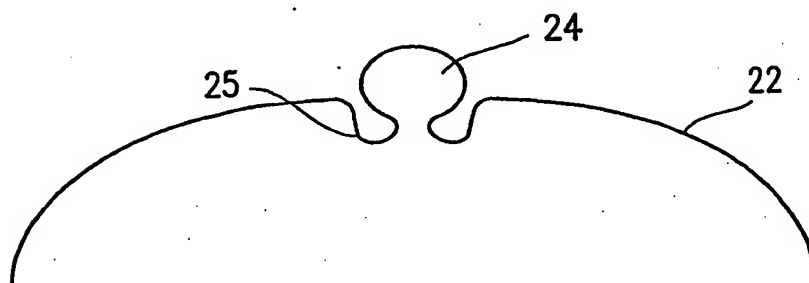


図 4A

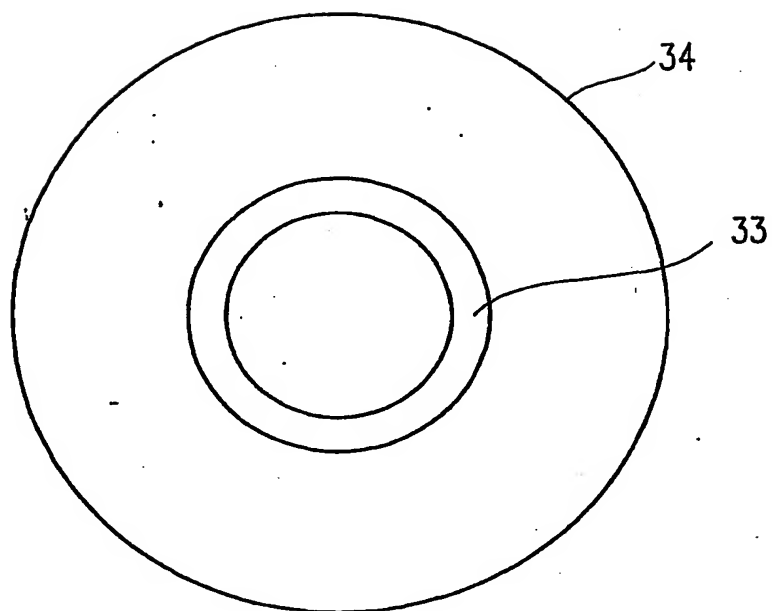


図 4B

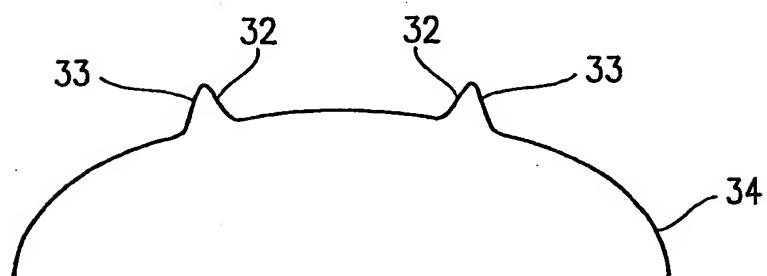


図 4D

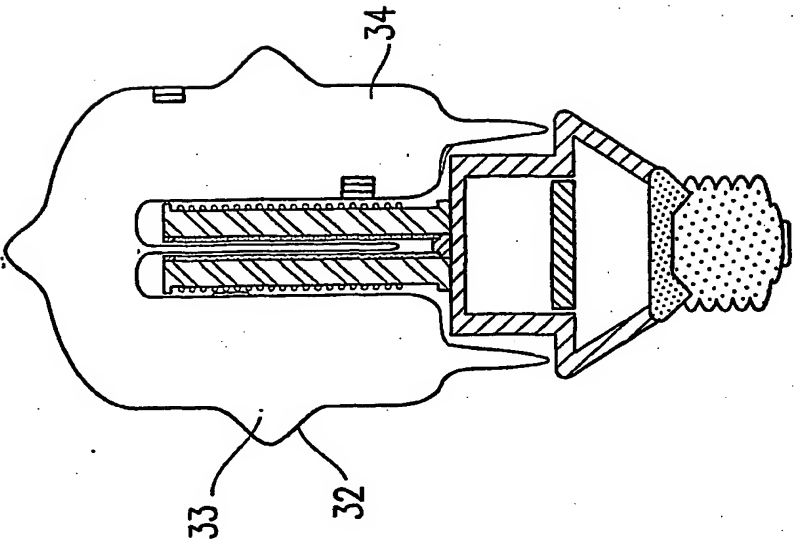


図 4C

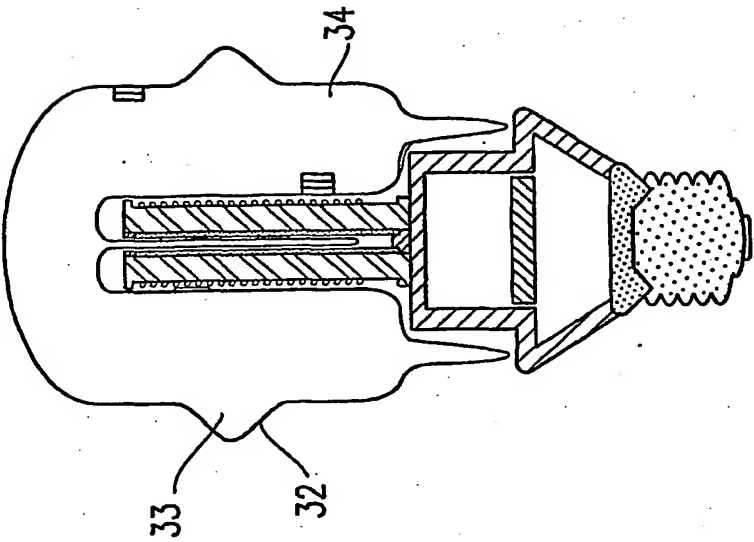


FIG 5A

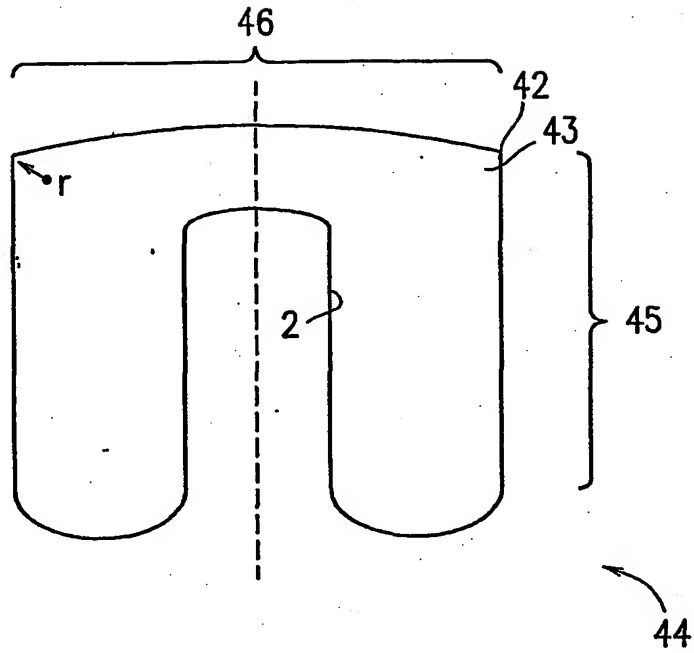


FIG 5B

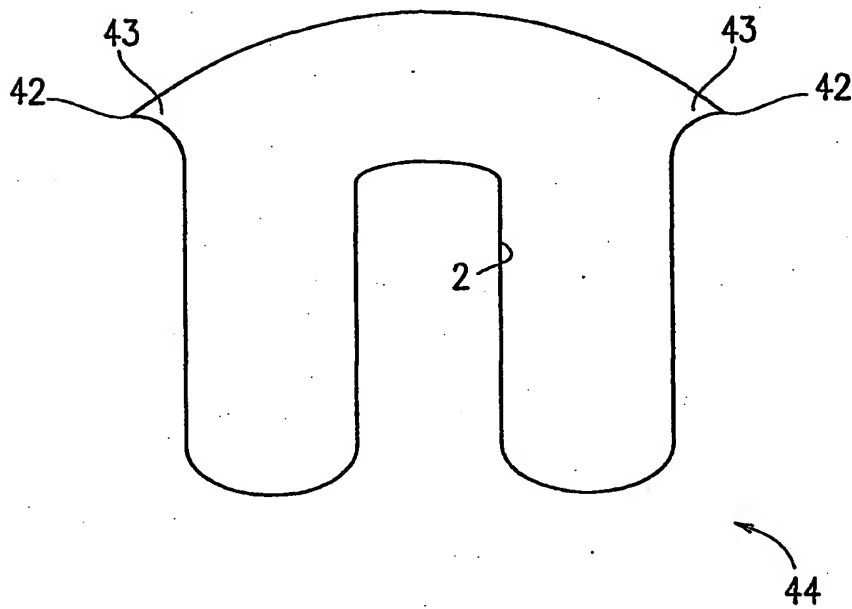
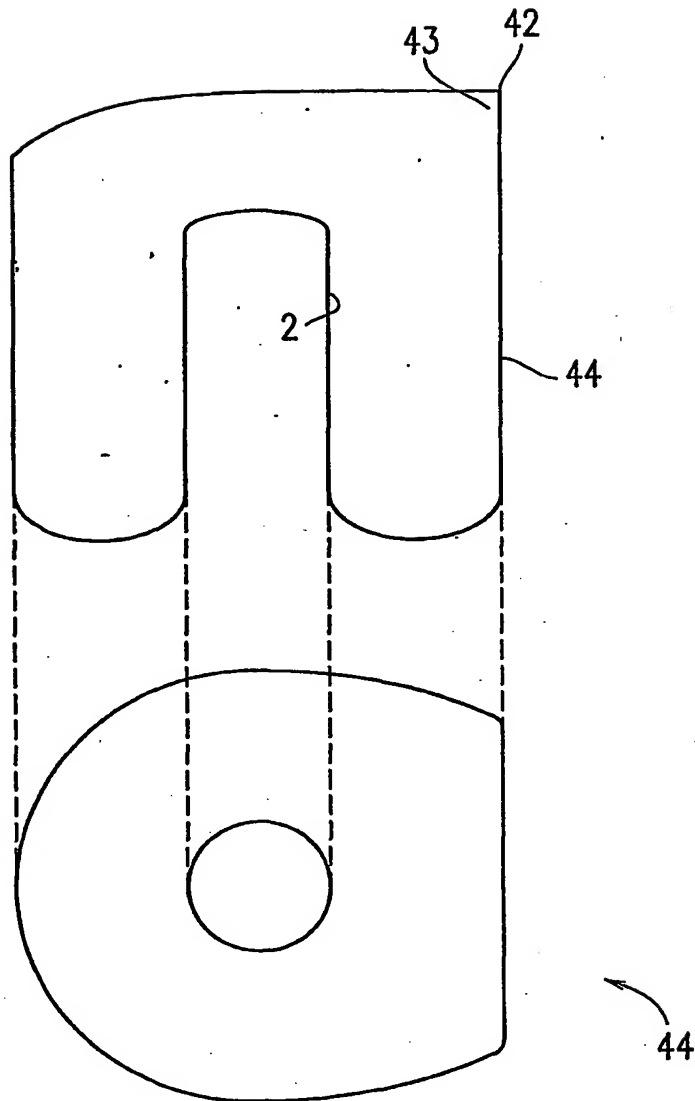


図 5C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03969

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01J65/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01J65/04Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1929-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11-16541 A (Toshiba Lighting & Technology Corporation),	1
Y	22 January, 1999 (22.01.99), Full text; all drawings (Family: none)	2-11
Y	JP 9-147809 A (Matsushita Electronic Corporation), 06 June, 1997 (06.06.97), Full text; all drawings (Family: none)	2-11
Y	JP 10-12197 A (Toshiba Lighting & Technology Corporation), 16 January, 1998 (16.01.98), Full text; all drawings (Family: none)	2-11
Y	JP 11-354081 A (Matsushita Electronic Corporation), 24 December, 1999 (24.12.99), Full text; all drawings & US 6081070 A	3,6-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "B" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 August, 2001 (03.08.01)Date of mailing of the international search report
14 August, 2001 (14.08.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03969

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4922157 A (Philips Gloeilampenfab NV), 01 May, 1990 (01.05.90), Full text; all drawings & JP 64-21858 A & EP 298538 A & HU 47338 A & CN 1030329 A & DD 284778 A & DE 3865553 A	2-11
Y	US 4797595 A (Philips Gloeilampenfab NV), 10 January, 1989 (10.01.89), Full text; all drawings & JP 63-10459 A & EP 252546 A & NL 8601702 A & DE 3767391 A	2-11
Y	JP 53-4379 A (Tokyo Shibaura Denki K.K.), 14 January, 1978 (14.01.78), Full text; all drawings (Family: none)	2-11
X	JP 62-172658 A (Matsushita Electronic Corporation), 29 July, 1987 (29.07.87), Full text; all drawings (Family: none)	12
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 2562/1978 (Laid-open No. 107179/1979), (Mitsubishi Electric Corporation), 27 July, 1979 (27.07.79), Full text; all drawings (Family: none)	12
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 12114/1978 (Laid-open No. 115781/1979), (Mitsubishi Electric Corporation), 14 August, 1979 (14.08.79), Full text; all drawings (Family: none)	12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01J65/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01J65/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1929-1996
日本国公開実用新案公報	1971-2001
日本国登録実用新案公報	1994-2001
日本国実用新案登録公報	1996-2001

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 11-16541 A (東芝ライテック株式会社) 22. 1月. 1999 (22. 01. 99), 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 2-11
Y	JP 9-147809 A (松下電子株式会社) 6. 6月. 1997 (06. 06. 97), 全文, 全図 (ファミリーなし)	2-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03. 08. 01

国際調査報告の発送日

14.08.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

渡戸 正義

2G

9023

電話番号 03-3581-1101 内線 3225

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 10-12197 A (東芝ライテック株式会社) 16. 1月. 1998 (16. 01. 98), 全文, 全図 (ファミリーなし)	2-11
Y	JP 11-354081 A (松下電子株式会社) 24. 12月. 1999 (24. 12. 99), 全文, 全図 & US 6081070 A	3, 6-11
Y	US 4922157 A (PHILIPS GLOEILAMPENFAB NV) 1. 5月. 1990 (01. 05. 90), 全文, 全図 & JP 64-21858 A & EP 298538 A & HU 47338 A & CN 1030329 A & DD 284778 A & DE 3865553 A	2-11
Y	US 4797595 A (PHILIPS GLOEILAMPENFAB NV) 10. 1月. 1989 (10. 01. 89), 全文, 全図 & JP 63-10459 A & EP 252546 A & NL 8601702 A & DE 3767391 A	2-11
Y	JP 53-4379 A (東京芝浦電気株式会社) 14. 1月. 1978 (14. 01. 78), 全文, 全図 (ファミリーなし)	2-11
X	JP 62-172658 A (松下電子株式会社) 29. 7月. 1987 (29. 07. 87), 全文, 全図 (ファミリーなし)	12
X	日本国実用新案登録出願53-2562号 (日本国実用新案登録出 願公開54-107179号) の願書に添付した明細書及び図面の 内容を撮影したマイクロフィルム (三菱電機株式会社) 27. 7月. 1979 (27. 07. 79), 全文, 全図 (ファミリーなし)	12
X	日本国実用新案登録出願53-12114号 (日本国実用新案登録 出願公開54-115781号) の願書に添付した明細書及び図面 の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱電機株式会社) 14. 8月. 1979 (14. 08. 79), 全文, 全図 (ファミリーなし)	12